

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-302667

(43)公開日 平成7年(1995)11月14日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 R 43/00

識別記号

H

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平6-96337

(22)出願日 平成6年(1994)5月10日

(71)出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72)発明者 後藤 泰史

茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社下館研究所内

(72)発明者 塚越 功

茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社下館研究所内

(72)発明者 太田 共久

茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社下館研究所内

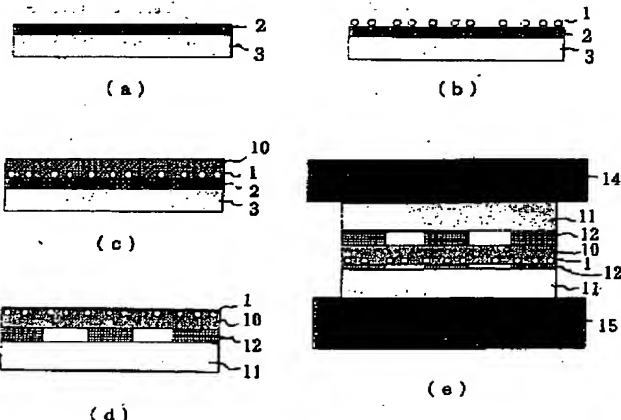
(74)代理人 弁理士 若林 邦彦

(54)【発明の名称】 異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法及び微細回路間の接続方法

(57)【要約】

【目的】 相対峙する微細電極間を接着し、高精細な電極の電氣的接続を可能にすることを目的とした異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法を提供する。

【構成】 面方向に均一分散した導電性粒子を介して厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性樹脂フィルム状接着材を製造する方法において、導電性粒子1を粘着材2の面に粘着固定し、粘着材2と非相溶なフィルム形成接着材10を導電性粒子1の間に充填した後、該フィルム形成接着材10から粘着材2を剥離する異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 面方向に均一分散した導電性粒子を介して厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性樹脂フィルム状接着材を製造する方法において、導電性粒子を粘着材面に粘着固定し、粘着材と非相溶なフィルム形成接着材を導電性粒子間に充填した後、該フィルム形成接着材から粘着材を剥離することを特徴とする異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項2】 粘着材面上に透孔を有するフィルム又は網を設け、導電性粒子をフィルム又は網の透孔内の粘着材面に粘着固定する請求項1記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項3】 粘着材面上に導電性粒子の粒径以上の厚さに導電性粒子層を設けた後、該導電性粒子層を粘着材面に押圧する請求項1記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項4】 導電性粒子を帯電体上に静電気力により保持し、この帯電体を粘着材面に押圧し、導電性粒子を粘着材面に転写する請求項1又は3記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項5】 帯電体上に透孔を有するフィルム又は網を設け、導電性粒子をフィルム又は網の透孔内の帯電体上に静電気力により保持する請求項4記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項6】 導電性粒子と粘着材とを異なる電荷に帯電させ、静電気力により粘着材面に導電性粒子を散布し、導電性粒子層を設ける請求項1、2又は3記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項7】 導電性粒子に代えて繊維状導電体を用いる請求項4、5又は6記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項8】 導電性粒子又は繊維状導電体を加熱又は加圧により除去し得る電気絶縁層であらかじめ表面を被覆した請求項1乃至7の何れかに記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項9】 電極間の位置合わせをして、相對峙した両回路を密接させたときに生ずる空間の体積にほぼ等しい体積を持つように、フィルム形成接着材の厚さを調整した請求項1乃至8の何れかに記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項10】 フィルムの厚さ方向で導電性粒子の濃度が異なるようにした請求項1乃至9の何れかに記載の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法。

【請求項11】 相對峙した回路間を加熱加圧により接続するに際し、請求項10に記載の製造法で得られる異方導電性樹脂フィルム状接着材を用い、導電性粒子の濃度の小さい面から加熱して接続することを特徴とする微細回路間の接続方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、樹脂フィルム状接着材中に分散した導電性粒子を介して、厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性の樹脂フィルム状接着材の製造法及び該製造法で得られる接着材を用いた微細回路間の接続方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 電子部品の小形薄形化に伴い、これらに用いる回路は高密度化、高精細化している。これら微細回路の接続は従来の半田、ゴムコネクタ等では対応が困難であることから、最近では異方導電性の接着材や膜状物からなる接続部材が多用されるようになってきた。この方法は、相對峙する回路間に導電性材料を所定量含有した絶縁性樹脂よりなる電氣的な接続部材層を設け、加圧又は加熱加圧手段を講じることによって、上下回路間の電氣的接続と同時に隣接回路間には絶縁性を付与するものである。また、前記の絶縁性樹脂を接着材として、相對峙する回路間の電氣的な接続と同時に回路間の接着固定をするものも用いられている。このような、厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性の樹脂フィルム状接着材に関する先行技術文献としては、例えば、特開昭51-21192号公報に開示されているように、導電性粒子を非導電性ベースにより互いに接触しない状態に保持した混合体を導電性粒子の大きさにほぼ等しい厚さのシート状に成形し、導電性粒子を介してシート状の厚み方向にのみ導電性を有する構造としたものがある。

【0003】 これらの樹脂フィルム状接着材の成形方法は、液状の樹脂に導電性粒子を均一分散したものをバーコーター等により一定厚さで流延した後、乾燥又は硬化し、所望の厚さの接着材を得るものである。また、導電性粒子の濃度をフィルムの厚さ方向で異なる構成にしたものとして、特開昭61-196413号公報に開示されているように透孔を設けたフィルムに導電性粒子を入れた後、フィルムと導電性粒子とを接着固定する方法や、特開平2-117980号公報、特開平5-67480号公報に開示されているように導電性粒子をフィルム状の接着材に埋め込む方法もある。この厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性の樹脂フィルム状接着材において、フィルムの単位面積当りの導電点を多くし、高分解能化を図るには、フィルム中の導電性粒子の配合量を増加する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の従来技術である液状の樹脂及び導電性粒子の均一混合物を流延してフィルム化する方法では、高精細電極に対応するために導電性粒子の配合量を増加しようとする、導電性粒子を分散した液状樹脂の粘度が上昇して流動性が損なわれるために、バーコーター等により一定厚さで流延することが困難になり、導電性粒子の配合量を少なくせざるを得ない。更に、このようなフィルム中に均一に導電性粒子が分散したフィルムでは、高精細回路に対応するために導電性粒子の配合量を増加するのに伴い、

(3)

3

接続する回路間に挟持されず導通に寄与しない隣接回路間の導電性粒子量も増え、製造コストが増加してしまう問題点がある。

【0005】また、透孔を設けたフィルムに導電性粒子を入れた後にフィルムと導電性粒子とを接着固定する方法においては、フィルムに微小な孔を多数設けることは生産性やコストの面で実施することが困難である。更に、導電性粒子をフィルム状の接着材に埋め込む方法では、接着材の粘度が液状程度に十分に低くなければ導電性粒子表面に接着材が十分に濡れることが出来ず、導電性粒子とフィルム状接着材との接着性が劣り、導電性粒子が脱落し易くなる。液状のフィルム状樹脂を用いたとき、支持体上に保持した導電性粒子を液状の接着材面に転写する工程で支持体上に接着材が付着することが避けられず、フィルム化が困難になる。

【0006】また、導電性粒子の充填量を多くした場合に、導電性粒子間の空隙に過不足なく接着材を充填することが困難になり、導電性粒子の充填量と導電性粒子を充填する前のフィルム状接着材の厚さとの関係を厳密に規定しなければならない。フィルム状接着材の厚みが厚いと前述の支持体への接着材の付着は避けられず、薄いとフィルムとしての強度が得られなかったり、粒子が脱落したりする。本発明は、このような状況に鑑みてなされたもので、微細な電極でも電気的な接続が得られる異方導電性樹脂フィルム状接着材の新規な製造法を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、面方向に均一分散した導電性粒子を介して厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性樹脂フィルム状接着材を製造する方法において、導電性粒子を粘着材面に粘着固定し、粘着材と非相溶なフィルム形成接着材を導電性粒子間に充填した後、該フィルム形成接着材から粘着材を剥離する異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法、及び該製造法で得られる接着材を用いた微細回路間の接続方法に関する。即ち、本発明は、導電性粒子を粘着材面に散布することにより、粘着材面に導電性粒子を面方向に配列した状態で固定した後、粘着材と非相溶なフィルム形成接着材溶液を塗布し、導電性粒子間に充填する工程を有する、フィルムの厚さ方向にのみ導電性を有する樹脂フィルム状接着材の製造法である。

【0008】本発明では、治具として粘着材面上に透孔を有するフィルム又は網（以下、本治具をマスクと呼ぶ）を載置し、導電性粒子を散布すること（請求項2）によって、透孔内の粘着材面にだけ導電性粒子を付着させることが出来、フィルムの面内で所望の位置に導電性粒子を配置することが出来、面内で回路の電極位置だけに導電性粒子を配置することが可能となる。また、導電性粒子を粘着材面に散布した後、ゴムロール等を用いて導電性粒子を粘着材面に押圧し（請求項3）、導電性粒

4

子の面方向の配列密度を向上することが可能である。

【0009】本発明の導電性粒子を粘着材面に固定する方法として、導電性粒子をロール状等の帯電体上に静電気により保持した後、この帯電体を粘着材面に押圧し、導電性粒子を粘着材面に転写すること（請求項4）により、一定量の導電性粒子を連続的に配列することが可能となる。このとき、帯電体上にマスクを載置し、導電性粒子を散布すること（請求項5）により、透孔内の帯電体面にのみ導電性粒子を付着させることが出来、フィルムの面内で所望の位置に導電性粒子を配置することが可能となる。また、導電性粒子及び粘着材面を異なる電荷に帯電させ、導電性粒子を粘着材面に吸着した後固定する方法（請求項6）でも、一定量の導電性粒子を連続的に配列することが可能となる。この場合も、粘着材上にマスクを載置し、導電性粒子を散布することにより、透孔内の粘着材面にのみ導電性粒子を付着させることが出来、フィルムの面内で所望の位置に導電性粒子を配置することが可能となる。

【0010】上記の導電性粒子を静電気力により粘着材面に固定する方法では、導電性粒子を繊維状の導電体とすること（請求項7）により、フィルム面に垂直に繊維の長軸が配列した異方導電性樹脂フィルム状接着材が出来、導電体が高密度に充填して導電性を向上することが可能である。導電性粒子又は繊維状導電体の表面を加熱又は加圧により除去し得る熱可塑性樹脂等の電気絶縁層であらかじめ表面を被覆したものをを用いること（請求項8）により、これがフィルムの面方向に細密に充填した状態であっても、面方向の絶縁性を保つことが可能になる。また、電極間の位置合わせをして、フィルム形成接着材の厚さを相対峙した両回路を密接させたときに生ずる空間の体積にほぼ等しい体積を持つようにすること（請求項9）により、接続部に空隙がなく、接着材のみ出しも少ない接続体が出来、湿度の浸入による接続信頼性の低下や接続時における導電性粒子の流動による隣接回路間の短絡を防止することが出来る。

【0011】また、接着材の塗工厚さを厚くして導電性粒子の層上に接着材層を設けた2層構造のフィルムとすること（請求項10）が出来る。このフィルムは導電性粒子の無い接着材層の方が導電性粒子を充填した層よりも接続時の熔融粘度が低いので、電極間の凹部に接着材層が流入し易く、導電性粒子が流入し難い。よって、隣接した電極間の短絡を極めて少なくし、導電に寄与する粒子数を増加させることが出来る。更に、この接続時に接着材層側から加熱して圧接すると（請求項11）、接着材層側が先に熔融して電極間の凹部に流入するので、前述の効果を向上することが出来る。

【0012】本発明で用いられる導電性粒子の種類は特に限定されるものではなく、金属粒子やガラス、セラミック、プラスチック等の粒子の表面に金属のめっき層を形成した粒子を単独又は複合して用いることが出来る。

(4)

5

各々個々の導電性粒子が小粒径の導電性粒子の凝集体からなるものも用いることが出来る。また、粒径は接続する回路の細かさにより選択されるが、各粒子の粒径は出来るだけ均一である必要がある。形状は微細電極の接続のために粒子の大きさを均一にする上で真球状が好ましい。一般的に非常に微細な電極を接続するときには、真球状のプラスチック粒子表面に金属めっき層を形成した粒子を用い、耐熱性等で金属粒子を用いるときは、より真球状に近いガスアトマイズ法や回転電極アトマイズ法で作製した粒子を用いる方が好ましい。但し、水アトマイズ法で作製された金属粉のように不定形の粒子でも、分級により粒径を揃えることで導電性粒子として用いることが出来る。

【0013】また、本発明で用いる繊維状導電体は長軸を持った形状を有しており、製法に左右されない。即ち、繊維状導電体は導電性粒子のうちの長軸を持つものということができる。繊維状導電体の種類も特に限定されるものではないが、一般に市販されている金属の短繊維、ガラス繊維表面に金属めっきをしたもの、又は炭素繊維等を用いることが出来る。繊維の径や長さは接続する電極の細かさにより選択されるが、繊維の長さは揃っている方が導電性が良く、繊維の径は小さく均一である方がより微細な電極に用いることが出来る。また、導電性粒子の固定位置を制御するマスクを用いない場合において、面方向の絶縁性を確保するためには導電性粒子や繊維状導電体の粘着材面への散布量を適切にしなければならない。導電性粒子や繊維状導電体同士は互いに接する部分が増えると共に、面方向の絶縁性が損なわれる。よって、高密度の導電点を得るには個々の導電性粒子や繊維状導電体の表面に電気絶縁層（絶縁層）を設けることで達成出来る。

【0014】絶縁層はフィルム形成樹脂に相溶しない樹脂を含み、単一層構造或多層構造とすることが出来る。ここで、相溶しないとは、相互の樹脂が親和性を有さず均一化した混和物を形成しないことで、一般に用いられる相溶性の目安としてはSP値があり（溶解性パラメータ：日本接着協会編 接着ハンドブック第2版第46頁に記載あり）、SP値が離れているほど相溶せず、概ね1.0以上の差の樹脂は相互に親和し難い。また、相互の樹脂の熱熔融温度又は熱軟化温度の離れた樹脂であることも、相互の樹脂が均一化したした混和物を形成しない一つの条件であり、概ね10℃以上の差の樹脂は相互に均一化した混和物を形成し難い。これらの目安は各材料で微妙に異なるので個々の検討が必要である。大事なことは、塗工によりフィルムを作成するときには、一般にフィルム形成接着材を適当な溶剤で溶解、希釈し、適当な粘度の溶液を流延して作成するので、絶縁層は、このフィルム作成時に使用する溶剤やフィルム形成樹脂中の液状成分に溶解せず、即ちフィルム形成接着材溶液に溶解しない樹脂を用いることである。

6

【0015】互いに相溶しない樹脂であれば、適当な溶剤を選択することにより、フィルム形成接着材溶液に溶解しない絶縁層を設けることが可能となる。具体的には熱可塑性ポリウレタン、可溶性ナイロン、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、ポリエチレン、ポリエステル等が用いられ、これらの中からフィルム形成樹脂溶液に溶解せず、絶縁層の形成が容易な樹脂を選択して用いる。これらの目安は各材料で微妙に異なるので個々の検討が必要である。この絶縁層の厚みは、樹脂のフィルム形成接着材溶液に対する耐溶解性と微小な導電性粒子に対する被覆が充分であるかにより最適値が異なるが、概ね0.01～10μmが適当である。絶縁層を形成する方法は、樹脂を溶剤に溶解し、溶液状態で導電性粒子表面に塗布した後乾燥する湿式法や、絶縁層を形成する樹脂の粉体と導電性粒子とを高速で衝突させたり、混合してすり合わせたり、融解して付着させる等の乾式法により形成することが出来る。

【0016】湿式法は樹脂を適当な溶剤に溶解しなければならないが、絶縁層を所望の厚さに形成することが容易であり、特に、1μm以下の薄い絶縁層を容易に形成できる利点がある。乾式法は溶剤に溶解し難い樹脂でも絶縁層を形成できる利点があり、1μm以上の厚い絶縁層の形成に適している。これらの絶縁層内の微小な導電性粒子を分散した凝集体とする方法は、例えば湿式法では絶縁層を形成する樹脂溶液中に微小な導電性粒子を分散した状態で導電性粒子表面に塗布したり、乾式法では絶縁層を形成する樹脂の粉体、微小な導電性粒子及び導電性粒子を高速で衝突させたり、混合してすり合わせたり、融解して付着させたりして、絶縁層中に微小な導電性粒子を埋め込む方法等がある。また、あらかじめ湿式法では絶縁層を形成した絶縁被覆導電性粒子と微小な導電性粒子とを乾式法で処理し、絶縁層中に微小な導電性粒子を埋め込む方法も採れる。

【0017】粘着材はその粘着性により粒子を散布した後の取扱時やフィルム形成接着材を塗工する際に、導電性粒子が移動しないように保持していればよく、手触り時の粘着感を必要とするものではない。一般的に、導電性粒子表面と粘着材との接触面積が大きければ導電性粒子の保持力が大きくなるので、導電性粒子の散布時に導電性粒子表面の凹凸を埋められるような柔らかい物質であれば粘着材として用いることが可能である。即ち、導電性粒子を散布した後の取扱時やフィルム形成接着材を塗工する際に、導電性粒子と粘着材との付着力により導電性粒子が移動しないように保持する物質を、本発明における粘着材とすることが出来る。

【0018】具体的にはSBR、ポリイソブチレン、ポリブテン、天然ゴム、ネオプレン、ブチルゴム等のゴム類やアクリル樹脂、シリコーン樹脂、弗素樹脂等からなる粘着材を用いることが出来る。また、これらの樹脂や粘着性の無い樹脂にテルペン樹脂やインデン樹脂のよう

(5)

7

な粘着付与材を混合して、粘着性を持たせたものも用いることが出来る。また、これらの樹脂は、フィルム形成接着材との相溶性を小さくするため、架橋による網目構造を持たせてもよい。上記に示した粘着材は基材となるフィルムや板、ロール等の上に塗工して複合構造として用いることで、取扱いが容易となる。一般的にPET、ポリエチレン、ポリプロピレン等のフィルムを基材として使用できる。

【0019】フィルム形成接着材は、導電性粒子のバインダーとして作用し、フィルム状に成形可能なものである。また、フィルム形成接着材の塗工時に導電性粒子を粘着固定している粘着材を溶解して導電性粒子が移動してしまうを防ぐために、フィルム形成接着材は粘着材と非相溶なものを選択する。具体的には、溶剤に可溶な各種合成樹脂やエラストマーのほか、ポリエチレン、酢酸ビニル、ポリプロピレン等の熱可塑性樹脂や高耐熱性を有するポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミド、ポリイミド等の樹脂やエポキシ樹脂、フェノール樹脂等の熱硬化性樹脂、アクリロイル基を有するウレタンアクリレート、エポキシアクリレート等の光硬化性樹脂を用いることが出来る。互いに非相溶なフィルム形成接着材と粘着材との組み合わせとしては、ポリイソブチレンのようなSP値の小さな粘着材及びポリイミドの硬化前物質であるポリアミック酸のようなSP値の大きな樹脂をフィルム形成接着材として用いることが出来る。

【0020】また、シリコーン樹脂や弗素樹脂はこれら以外の多くの樹脂と非相溶であるので、これらの樹脂を粘着材として選択すると、フィルム形成接着材として多くの樹脂を選択出来る。また、本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材を用いて回路間を接続する方法は、回路間を圧接させながら加熱したり光照射することで、回路間の空隙にフィルム状接着材を流動させた後硬化させることで達成できる。このとき、フィルム状接着材の中でも特に熱硬化性樹脂は、回路接続時の熱圧により網目構造を形成して硬化するので耐熱性に優れており、高い接続信頼性が得られることから、フィルム形成接着材の一部として使用されることが望ましい。

【0021】樹脂フィルム状接着材の厚みは特に限定するものではないが、前記のように回路間の空隙を満たし、且つ、回路間から流出する接着材量がなるべく少なくすることが望ましいので、接続する回路を密接したときの空隙量から最適なフィルム厚さを決定する。例えば、厚み $35\mu\text{m}$ 、電極幅 $50\mu\text{m}$ 、ピッチ $100\mu\text{m}$ の平行な多数の銅電極を有するフレキシブル配線板と同配列の $1\mu\text{m}$ 以下の厚みの透明電極を持ったガラス基板とを接続する場合には、粒径 $10\mu\text{m}$ の導電性粒子を配合したフィルムで、概ね $15\sim 40\mu\text{m}$ のフィルム厚みが適当である。このとき、導電性粒子は回路間に挟持され、回路間に接着材層を作るので、導電性粒子の粒径は勿論のこと変形性や回路への埋め込み量も考慮する必要

8

がある。

【0022】マスクは、シルク、ナイロン、ステンレス等の繊維を織った網状のもの、ステンレスやニッケル(Ni)の薄板をエッチング等で所望の位置や大きさに透孔を開けた通常メタルマスクと呼ばれるもの、Niや銅(Cu)のめっきで作製したメッシュなどが用いられる。これらのマスクは、粘着材や帯電体の上に置いて用いられるが、静電気力により導電性粒子を散布する場合には、マスクの帯電性をマスク素材を選択したりアースをとることにより制御し、マスクの透孔の部分にだけ導電性粒子が配置されるようにすることが望ましい。しかし、マスクの帯電電位がマスク面内で不均一であったりして、マスク上に導電性粒子が付着した場合でもマスクと導電性粒子との静電気による付着性を調節し、マスク上の導電性粒子を樹脂製のブレード等により排除することが出来る。例えば、ナイロン等の非導電性の網でも、篩等を使用される網は一般に帯電防止処理が施されており、マスクに粒子が付着してしまうのを防止するのに有用である。マスクの透孔の大きさは、導電性粒子が通過し得る大きさのものは勿論、導電性粒子が通過しない大きさのものも使用出来る。

【0023】必要なことは、マスクの透孔の位置に導電性粒子が配置され、このときに粘着材又は帯電体に導電性粒子の一部が接触し、粘着力又は静電気力により固定されることである。例えば、粘着材面にマスクを載置し、導電性粒子を散布してマスクの透孔部に導電性粒子を固定した後、マスクを取り外さずにフィルム形成接着材を塗布し、異方導電性樹脂フィルム状接着材を得ることが出来る。得られた異方導電性樹脂フィルム状接着材のフィルム形成接着材面からマスクを剥離することでマスクは繰返し使用出来る。このとき、導電性粒子がマスクの透孔を通過する工程を経ないので、マスクの透孔よりも導電性粒子の粒径が大きくてもよい。また、帯電体上にマスクを載置し、静電気力により導電性粒子をマスクの透孔の位置に配置した後、粘着材面に押圧して転写する場合においても、導電性粒子を配置した後、マスクを取り外す必要はないので、マスクの透孔よりも導電性粒子の粒径が大きくてもよい。

【0024】静電気により帯電させる方法は、コロナ帯電装置を用いる方法が一般的で、本発明の目的もこの装置により達成される。この装置は非接触式で物体を帯電させることが出来、帯電量もモニタリングしながら所望の一定値に制御出来る。ほかに、導電性のローラーやブラシに電圧をかけて物体に接触させる接触帯電法等により帯電させることが可能である。帯電は導電性粒子が散布される帯電体、粘着材、マスク等のうち必要な部材になされればよく、導電性粒子との電位差が導電性粒子を移動、吸着するに足る値であれば良い。

【0025】このとき、逆に導電性粒子を帯電させる方法も考えられるが、導電性粒子間の静電気力による反発

10

20

30

40

50

(6)

9

で導電性粒子の飛散が発生したり、個々の導電性粒子で帯電量のばらつきが大きくなる等の問題があり注意を要する。帯電量は通常数百ボルト以上で本発明の目的は達成出来る。帯電体は帯電装置により導電性粒子と異なる電荷に帯電される物質であればよく、一般的にはポリエチレン、ナイロン、ポリエステル等の電気絶縁性の樹脂が広く使用出来る。また、たとえ導電性の金属等でも直接電圧を印加したり、絶縁体で電荷が洩れるのを防いだりすることで、帯電体として使用することが出来る。本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材は、上記した回路の接続材料だけでなく、スイッチ部材、多層回路部材等への応用が可能である。

【0026】図1は本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法における製作順序及び該接着材を用いた微細回路間の接続方法を示すものである。先ず、図1

(a)に示すように、樹脂フィルム等からなる支持体である基材フィルム3の上に溶液塗工等のコーティングにより粘着材2の層を設け、次に、図1(b)に示すように、この粘着材層の上に導電性粒子を散布し、導電性粒子1を粘着材2の粘着力により保持する。次に図1

(c)に示すように、この導電性粒子1の間にフィルム形成接着材10の溶液を塗工により充填する。このとき、導電性粒子1は粘着材2の上に固定されているのでフィルム形成接着材10の溶液の中で移動することがなく、塗工時の粒子の凝集が起こらず、均一に面上に配列した状態を保持する。次に乾燥して溶剤を除去し、フィルム形成接着材を得る。

【0027】回路間を接続するときには、図1(d)に示すように、一方の回路1:1の面に圧接後、フィルム形成接着材10を粘着材2との界面から剥離し、異方導電性樹脂フィルム状接着材を転写する。このとき、フィルム形成接着材と粘着材とは互いに相溶しないので界面から容易に剥離出来る。12は電極である。次に、図1(e)に示すように、両回路の位置合わせをした後、加圧又は加熱加圧して両回路11と11の間を接着し、電氣的導通を得る。加熱加圧するときには、加熱する熱板14を導電性粒子1が少ないフィルム10の面から押圧するようにする。15は定板である。図2の(a)は本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材を回路の11間に挿入して加圧し、電氣的接続をした状態を示す。

【0028】図2(b)は、従来の製造法で得られた異方導電性樹脂フィルム状接着材10を回路11間に挿入して加圧し、電氣的接続をした状態を示す。従来法では、フィルム10の厚さ方向の導電に寄与する導電性粒子1の密度が小さく、回路が微細になると接続が得られない状態になる。また、電極12間の空隙に流入する導電性粒子1の量が多いので隣接回路間の短絡が発生し易い。この電極間の空隙に流入した導電性粒子は接続に寄与しない導電性粒子であり、本発明の方法によれば、この粒子数を少なく出来るので、コストの低減になる。本

10

発明の製造法では上記の問題点が改良され、微細な回路の電氣的接続が得られる。

【0029】図3(a)は、上記の本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造工程のうち、本発明の請求項1にかかる部分であり、導電性粒子を粘着材層に散布した図である。ここで、導電性粒子1は粘着材2の粘着力により固定されている。図3(b)は、本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造工程のうち、本発明の請求項2にかかる部分であり、導電性粒子1は粘着材2の層上に置かれたマスク4の透孔5の内部で粘着材2と接し固定されている図である。導電性粒子1はブラシ等でマスク4の上を転動し、マスク4の透孔5に入れることが出来る。よって、導電性粒子がフィルム面の所望の配列で存在する異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られる。

【0030】図3の(c)及び(d)は、本発明の請求項3にかかる部分であり、粘着材面上に導電性粒子の粒径以上の厚さに導電性粒子層を設けた後、導電性粒子層を粘着材面に押圧する工程を示したものである。図3

(c)は粘着材2の面上に導電性粒子1の粒径以上の厚さに導電性粒子層を設けたときの図であり、図3(d)は導電性粒子層を粘着材面にゴムロール6で押圧する工程を示したものである。この工程により、導電性粒子と粘着材層との接触面積を大きくし、導電性粒子の固定を均一で確実なものにすると共に、導電性粒子間に挟持され、粘着材層に接していない導電性粒子を押圧し、粘着材層に強制的に接触せることで、異方導電性樹脂フィルム状接着材中の導電性粒子の密度を大きくすることが出来る。

【0031】図3の(e)及び(f)は、本発明の請求項4にかかる部分であり、導電性粒子を帯電体上に静電気力により保持し、この帯電体を粘着材面に押圧し、導電性粒子を粘着材面に転写する工程を示したものである。図3(e)は導電性粒子1を帯電体7の上に静電気力により保持したときの図であり、図3(f)はこの帯電体7を粘着材2の面に押圧し、導電性粒子1を粘着材2の面に転写する工程を示したものである。導電性粒子と異なる電荷に帯電させた帯電体を導電性粒子に近接させると、静電気力により帯電体上に導電性粒子が保持される。このとき帯電体上の導電性粒子は各々同一の電荷に帯電するので、導電性粒子は互いに反発しあい、凝集のない単一層状態で帯電体上に配列する。よって、この帯電体上の導電性粒子を粘着材表面に転写することにより、凝集のない単一層状態の導電性粒子の配列を粘着材面に形成することが出来、導電性粒子がフィルム面に均一に分散した異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られる。

【0032】図3の(g)及び(h)は、本発明の請求項5にかかる部分であり、帯電体上にマスクを設け、マスクの透孔の部分の帯電体上に導電性粒子を静電気力に

(7)

11

より保持し、この帯電体を粘着材面に押圧し、導電性粒子を粘着材面に転写する工程を示したものである。図3 (g) は帯電体7の上にマスク4を設け、マスク4の透孔5の部分の帯電体7上に導電性粒子1を静電気力により保持したときの図であり、図3 (h) はこの帯電体7を粘着材2の面に押圧し、導電性粒子1を粘着材2の面に転写する工程を示したものである。マスクは帯電体を粘着材面に押圧する工程の前に取り外す構造としてもよいし、図3 (g) に示したようにマスクを付けたまま粘着材面に押圧してもよい。

【0033】導電性粒子と異なる電荷に帯電させた帯電体を導電性粒子に近接させると、静電気力により帯電体上に導電性粒子が保持される。このとき、マスク上の導電性粒子は表面に露出したマスクの透孔部分の帯電体上に静電気力により引かれ、マスクの透孔部分に導電性粒子が吸着した配列を形成する。マスクの帯電量を小さくすることで、マスク上に付着する粒子量を少なくすることが可能である。またマスクと帯電体との帯電量の差を大きくすることにより、導電性粒子の吸着力に差を設け、空気の吹き付けによりマスク上に吸着した導電性粒子のみを除去することが可能である。よって、この帯電体上の導電性粒子を粘着材表面に転写することにより、導電性粒子がフィルム面に所望の配列で存在する異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られる。

【0034】図3 (i) は、本発明の請求項6にかかる部分であり、導電性粒子1と粘着材2とを異なる電荷に帯電させ、静電気力により粘着材2の面に導電性粒子1を散布して導電性粒子層を設ける工程を示したものである。この工程は図3 (e) の帯電体7を帯電した粘着材層とすることで同様の効果が達成出来、導電性粒子を転写する工程無しに導電性粒子がフィルム面に均一に分散した異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られる。また、図3 (j) に示すように、図3 (g) に示した帯電体7を帯電した粘着材2の層とすることで同様の効果が達成出来、導電性粒子を転写する工程無しに導電性粒子がフィルム面に均一に分散した異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られる。

【0035】導電性粒子と異なる電荷に帯電させた粘着材層を導電性粒子に近接させると、静電気力により粘着材上に導電性粒子が保持される。このときマスク上の導電性粒子は表面に露出したマスク上の透孔部分の粘着材上に静電気力により引かれ、マスクの透孔部分にのみ導電性粒子が粘着した配列を形成する。マスクの帯電量を小さくすることでマスク上に付着する粒子量を少なくすることが可能であり、マスクと導電性粒子とは粘着していないので、空気の吹き付けやブラシを用いて容易に除去出来る。よって、導電性粒子がフィルム面に所望の配列で存在する異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られる。

【0036】図3 (k) は、本発明の請求項7にかかる

12

部分であり、導電性粒子に代えて繊維状導電体を用い、繊維状導電体8と粘着材2とを異なる電荷に帯電させ、静電気力により粘着材2の面に繊維状導電体8を散布し、導電性粒子層を設ける工程を示したものである。繊維状導電体は、静電気力により帯電体上に散布したときに繊維状導電体同士の静電気力による反発で帯電体面に対し長軸が垂直になった状態で直立する。この繊維状導電体を散布した帯電体を粘着材面に押圧するか、又は図3 (k) に示すように帯電体を粘着材2の面とすることにより、粘着材面に繊維状導電体が直立した状態で固定することが出来る。よって、この方法により、フィルムの厚さ方向に繊維状導電体が直立した状態の異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られる。このとき、繊維状導電体の径を小さくすることで、導電体の面内の配列密度を高くすることが出来、繊維状導電体の長軸の長さを長くすることでフィルム厚さを厚くし、フィルム強度を向上することが出来る。

【0037】図4の (a)、(b) 及び (c) は、本発明の請求項8にかかる部分であり、導電性粒子又は繊維状導電体が、加熱又は加圧により除去し得る電気絶縁層 (絶縁層) であらかじめ表面を被覆した導電性粒子、繊維状導電体又はこれらの凝集体としたときの工程を示したものである。図4 (a) は絶縁層を形成した導電性粒子 (絶縁被覆導電性粒子) 9を粘着材2の面に散布した図であり、図4 (b) は得られた試料を回路11の間に挿入したときの図である。12は電極である。図4

(c) は加熱加圧により絶縁層を流動させ、回路11間の電氣的接続がなされている状態を示した図である。絶縁層はフィルム形成接着材溶液に溶解しないので、絶縁層を保持した状態でフィルム形成接着材溶液内に存在し、且つ導電性粒子が粘着材により固定されているので、粒子同士がフィルム形成接着材内で凝集することもなく、フィルム面内に均一に分散した状態になる。よって、導電性粒子同士が接触する密な充填をしても、粒子間の絶縁層により面方向の絶縁性が保持される。相對峙する電極間の電氣的接続は加圧又は加熱加圧下で行い、粒子表面の絶縁層を流動除去して得られる。

【0038】図4 (d) は、本発明の請求項9にかかる部分であり、フィルム形成接着材の10を回路11間に挿入した状態を示している。ここで、電極間の空間13とはほぼ等しい体積を持つフィルム厚さのフィルム形成接着材10を使用している。接続後においては、図2

(a) に示すように、回路11間に空隙のない接続体になっている。図4 (e) は、本発明の請求項10および11にかかる部分であり、フィルム10の厚さ方向で導電性粒子1の濃度が異なっている本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材を用いて接続したとき、導電性粒子1を充填した層は熔融粘度が接着材層よりも大きくなるので流動性が劣り、電極間の空間部13にはもっぱら接着材のみが充填されるので、隣接回路間の絶縁性が保持

13

され易くなると共に、導電に寄与する導電性粒子 1 の数が多くなる。また、加熱加圧治具を接着材側から加熱する構造にすると、接着材層が先に熔融して流動状態となるので、電極間の空間部に接着材のみが充填される効果が促進される。

【0039】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明するが、本発明はこれにより限定を受けない。また、以下に示した実施例及び比較例では、すべて厚さ $10\mu\text{m}$ のシリコン系粘着材（軽剥離タイプ、東芝シリコン（株））を厚さ $50\mu\text{m}$ の PET 製基材フィルム上に塗工して用いている。導電性粒子は平均粒径 $10\mu\text{m}$ のポリスチレン球状粒子の表面に $0.2\mu\text{m}$ の金の層を設けたプラスチック導電性粒子又は平均繊維長 $10\mu\text{m}$ 、繊維径約 $5\mu\text{m}$ のニッケル繊維状導電体を用いた。

【0040】導電性粒子の表面に絶縁層を設けた絶縁被覆導電性粒子は、絶縁被覆材として CM4000（メタノール可溶性ナイロン、東レ（株））を使用し、メタノールを溶剤としてコートマイザ（フロイント産業（株））により湿式で厚さ約 $0.5\mu\text{m}$ の絶縁層を着けた。フィルム形成接着材はエピコート 1001 / エピコート 828 / ニポール 1032（ニトリルゴム、日本ゼオン（株）） / ヒタノール 2400（アルキルフェノール、日立化成工業（株）） / キュアゾール 2PZ（2-フェニルイミダゾール、四国化成工業（株）） = $50/20/20/10/2$ の配合比のフィルム形成接着材トルエン溶液を塗工後、乾燥して得られた熱硬化性エポキシ樹脂を用いた。

【0041】製作工程は各実施例に具体的に示すが、粘着材及びフィルム形成接着材の塗工はアブリケータ式塗工機を使用した。熱硬化性エポキシ樹脂の塗工後の乾燥条件は 80°C 10 分とじた。このとき、熱硬化性エポキシ樹脂の濃度及びアブリケータ式塗工機の塗工ギャップを調整して、フィルム厚さを約 $25\mu\text{m}$ にした。断面形状を観察すると、粘着材面に固定された 1 層の導電性粒子層の上に約 $15\mu\text{m}$ の熱硬化性エポキシ樹脂層がある 2 層構造のフィルムであった。

【0042】得られた異方導電性樹脂フィルム状成形物の評価は、ライン幅 $50\mu\text{m}$ 、ピッチ $100\mu\text{m}$ 、厚さ $35\mu\text{m}$ の銅回路を有する全回路幅 50mm のフレキシブル回路板（FPC）及びライン幅 $50\mu\text{m}$ 、ピッチ $100\mu\text{m}$ 、厚さ $0.1\mu\text{m}$ の透明電極回路（ITO、Indium Tin Oxide）を有する全回路幅 50mm のガラス基板配線板を使用し、この配線板同士の回路を対向して位置合わせを行った後、この回路間に得られた異方導電性樹脂フィルム状接着材を挿入し、加圧加熱状態（ $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 170°C ）で 20 秒間保持して、回路間を試料により接着して評価した。

【0043】この接着に使用した装置は、図 1（e）及び図 4（e）に示すように、室温の定板 15 の上に試料

(8)

14

を押圧して接着する構造になっており、異方導電性樹脂フィルム状接着材は、導電性粒子 1 が少ない面を上にして接着材面側から加熱されるように挿入した。接続抵抗及び絶縁抵抗は室温常圧で評価した。測定条件は、一対の FPC 間の接続抵抗を測定電流 1mA で測定し、隣接した接続回路間の絶縁抵抗を測定電圧 100V で測定した。この結果は、すべての実施例及び比較例について表 1 に示した。

【0044】実施例 1

目開き $20\mu\text{m}$ の篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いて、プラスチック導電性粒子を PET フィルム上のシリコン系粘着材塗布面に散布した。この粒子散布面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。

【0045】実施例 2

PET フィルム上のシリコン系粘着材塗布面にマスク（目開き $15\mu\text{m}$ の非帯電処理をしたナイロンメッシュ）を密着させ、目開き $20\mu\text{m}$ の篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いて、プラスチック導電性粒子をマスク面に散布した。散布後、除電ブラシを用いてマスク上の粒子を転動させ、マスクの透孔内に多くの粒子が入るようにした。次に、粘着材に保持されていない粒子を圧縮エアーの吹き付けにより除去した後、粘着材面からマスクを剥離した。この粒子散布面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。

【0046】実施例 3

目開き $20\mu\text{m}$ の篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いて、プラスチック導電性粒子を PET フィルム上のシリコン系粘着材塗布面に散布した。このとき、散布された導電性粒子同士が 3 個から 10 個程度凝集して局所的に層状をなした部分が各所に存在していた。この粒子散布面上に $25\mu\text{m}$ のカバー用 PET フィルムを被せて、ゴムロール間に挿入し、 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力で押圧した。この後、カバー用 PET フィルムを剥離し、導電性粒子の散布状態を観察したが、導電性粒子粒子は粘着材面に押圧されて殆ど 1 層になっていた。この粒子散布面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。

【0047】実施例 4

目開き $20\mu\text{m}$ の篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いて、プラスチック導電性粒子をアルミニウム箔上に散布した。この導電性粒子散布面の上方に、コロナ帯電装置を用いて $+3\text{kV}$ に帯電させたアクリル板を約 1cm の距離を置いて導電性粒子散布面に対向するように設置した。このとき、アルミニウム箔上の導電性粒子は静電気力によりアクリル板面に吸着した。また、アクリル板面に吸着した導電性粒子はそれぞれ同電位に帯電するので、導電性粒子間に静電気による反発力が生じ、粒子間の凝集がなく、1 層の粒子層を形成していた。この粒子面をシリコン系粘着材面に押圧して、導

15

電性粒子を粘着材面に転写した。この粒子転写面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。

【0048】実施例5

目開き20 μ mの篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いて、プラスチック導電性粒子をアルミニウム箔上に散布した。次に、アクリル板とマスク（目開き15 μ m、厚み5 μ mのNiめっき製メッシュ）を張り合わせた板のマスク面側をコロナ帯電装置を用いて+3kVに帯電させ、導電性粒子散布面の上方に、マスク面が約1cmの距離を置いて導電性粒子散布面に対向するように設置した。このとき、アルミニウム箔上の導電性粒子は静電気力によりマスクの透孔部に吸着した。また、マスク面に吸着した導電性粒子はそれぞれ同電位に帯電するので、導電性粒子間に静電気による反発力が生じ、粒子間の凝集がなく、1層の粒子層を形成していた。この粒子面をシリコン系粘着材面に押圧して導電性粒子を粘着材面に転写した。この粒子転写面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。

【0049】実施例6

プラスチック導電性粒子を目開き20 μ mの篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いてアルミニウム箔上に散布した。次に、PETフィルム上のシリコン系粘着材塗布面に密着させたマスク（ナイロン製、目開き15 μ m）のマスク面側をコロナ帯電装置を用いて+3kVに帯電させ、導電性粒子散布面の上方に、マスク面が約1cmの距離を置いて導電性粒子散布面に対向するように設置した。このときアルミニウム箔上の導電性粒子は静電気力によりマスクの孔内に入り、粘着材に粘着固定した。また、粘着材面に固定した導電性粒子はそれぞれ同電位に帯電するので、導電性粒子間に静電気による反発力が生じ、粒子間の凝集がなく、1層の粒子層を形成していた。次に、粘着材面からマスクを剥離した。この粒子散布面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。

【0050】実施例7

目開き20 μ mの篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いて、繊維状導電体をアルミニウム箔上に散布した。次に、PETフィルム上のシリコン系粘着材塗布面に密着させたマスク（目開き15 μ m、厚み5 μ mのNiめっき製メッシュ）のマスク面側をコロナ帯電装置を用いて+3kVに帯電させ、繊維状導電体の上方に、マスク面が約1cmの距離を置いて繊維状導電体散布面に対向するように設置した。このとき、アルミニウム箔上の繊維状導電体は静電気力によりマスクの孔内に入り、粘着材に粘着固定した。このとき繊維状導電体は粘着材面にほぼ直立し、粘着材中に数 μ m埋まった状態で固定されていた。また、粘着材面に固定した繊維状導電体はそれぞれ同電位に帯電するので、繊維状導電体間に静電気による反発力が生じ、繊維状導電体間の凝集がなく1層の導電体層を形成していた。次に、粘着材面か

(9)

16

らマスクを剥離した。この粒子散布面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。このフィルムの厚みは約25 μ mであり、粘着材面に固定された1層の繊維状導電体層の上に約15 μ mの熱硬化性エポキシ樹脂層がある2層構造のフィルムであった。

【0051】実施例8

目開き20 μ mの篩を通して粉体を散布する乾式の粒子散布装置を用いて、絶縁被覆導電性粒子をPETフィルム上のシリコン系粘着材塗布面に散布した。この粒子散布面に熱硬化性エポキシ樹脂溶液を塗工後、乾燥した。

比較例

図5に示すように、フィルム形成接着材10の熱硬化性エポキシ樹脂の溶液中にプラスチック導電性粒子1を配合量30体積%分散し、アブリケータ塗工装置を用いてテフロン基材フィルム3上に流延塗布後、乾燥した。このフィルムは導電性粒子の凝集体が多く存在して表面の凹凸が大きかったが、平均的なフィルム厚さは約25 μ mであった。

【0052】

【表1】

表 1

	実 施 例								比較例
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B	1	0	3	2	0	0	0	0	8.7

注) Aは接続抵抗不良(10 Ω 以上)の発生率(%)

Bは絶縁抵抗不良(10 $^6\Omega$ 以下)の発生率(%)

【0053】

【発明の効果】本発明によれば、異方導電性樹脂フィルム状接着材内の導電性粒子を単一層構造とし、フィルム内の導電性粒子の充填量を多く出来るので、接着材の単位面積当りの導電点を多くすることが出来、従来に比べて分解性能に優れた異方導電性樹脂フィルム状接着材が得られ、高精細な電極間の電氣的接続が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法における製作順所を説明する断面図である。

【図2】異方導電性樹脂フィルム状接着材により回路を接続したときの断面図であり、(a)は本発明で得られた接着材を用いた場合、(b)は従来の製造法で得られた接着材を用いた場合である。

【図3】本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法における各種の製作例を説明する断面図である。

【図4】本発明の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法における各種の製作例を説明する断面図である。

(10)

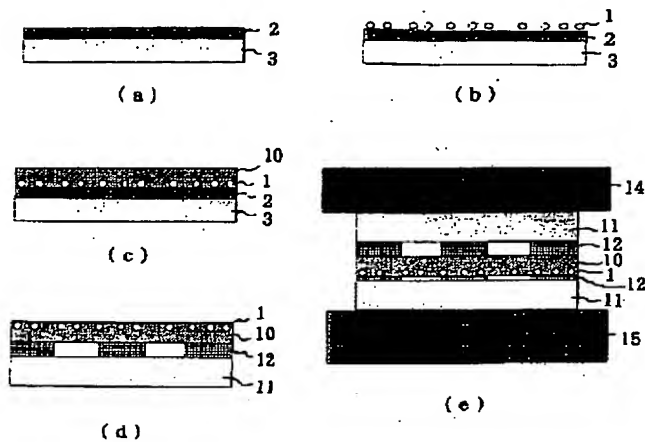
17

【図5】従来の異方導電性樹脂フィルム状接着材の製造法を説明する断面図である。

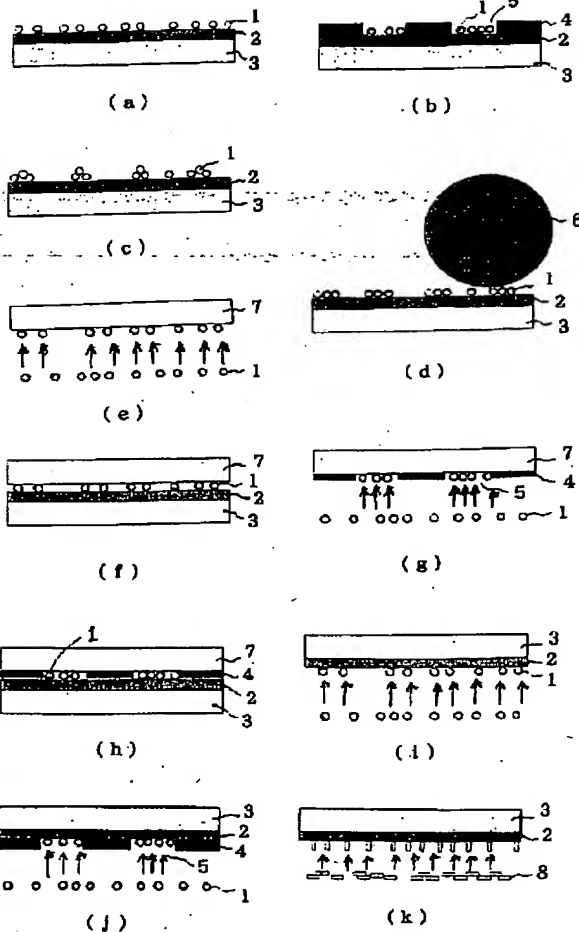
【符号の説明】

1…導電性粒子、2…粘着材、3…基材フィルム、4…

【図1】



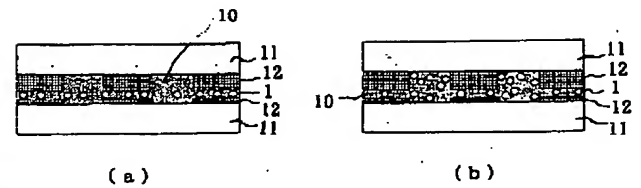
【図3】



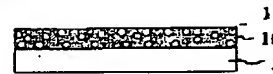
18

マスク、5…透孔、6…ゴムロール、7…帯電体、8…繊維状導電体、9…絶縁被覆導電性粒子、10…フィルム形成接着材、11…回路、12…電極、13…電極間の空間、14…熱板、15…定板

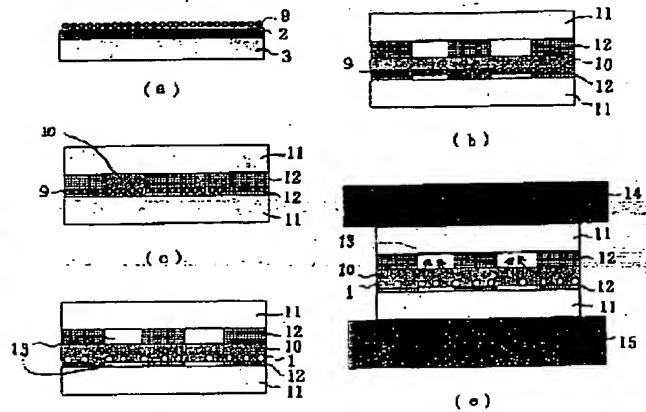
【図2】



【図5】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.